

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-138632

(43)公開日 平成9年(1997)5月27日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 H	1/30		G 0 3 H	1/30
G 0 2 B	5/18		G 0 2 B	5/18
G 0 3 H	1/20		G 0 3 H	1/20

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-294137

(22)出願日 平成7年(1995)11月13日

(71)出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72)発明者 戸田 敏貴

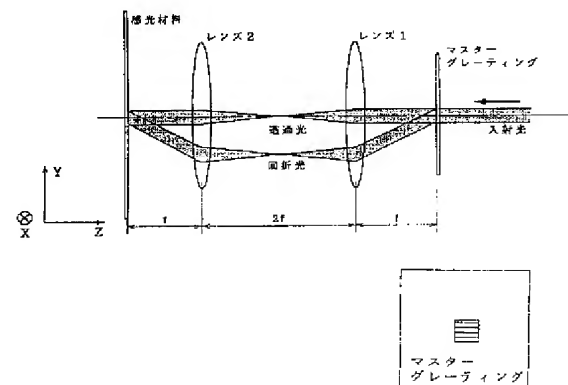
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(54)【発明の名称】 回折格子アレイの作製方法

(57)【要約】

【課題】狭ピッチの格子縞であっても、感光材料にマスターの回折格子を忠実に再現した回折格子セルを形成し、回折格子アレイを比較的容易に、かつ高精度に作製する手段を提供する。

【解決手段】マスター・グレーティングに対して1本の可干渉光を照射することによって発生する回折光のうち、2つの回折光(0次回折光と1次回折光)を用いた2光束干渉による回折格子セルを感光材料上に順次配置する。マスター・グレーティングには、複数種類の回折格子が存在していても良い。



単純なマスターグレーティングによるグレーティング作製(側面図)

【特許請求の範囲】

【請求項1】回折格子からなるセルをマトリクス状に配置して構成される回折格子アレイの作製にあたって、以下の工程を具備することを特徴とする回折格子アレイの作製方法。

(a) 回折格子アレイの構成要素であるセルと同一の回折格子を有する少なくとも1種類のマスター・グレーティングを準備する工程。

(b) 感光材料上に配設する回折格子セルに対応するマスター・グレーティングを選択し、前記マスター・グレーティングに可干渉光を入射させ、前記マスター・グレーティングを透過直進する光と、前記マスター・グレーティングにより透過回折する光と、からなる1対の光を発生させる工程。

(c) 上記1対の光を、結像系を用いて感光材料上で干渉させ、マスター・グレーティングに依存した回折格子セルを配設する工程。

(d) 上記(b)～(c)の操作を繰り返して、感光材料上に回折格子セルをマトリクス状に配置する工程。

【請求項2】マスター・グレーティングとして、空間周波数の異なる複数種類の回折格子が領域分けされて配置されたものを用い、

工程(b)では、回折格子の種類に対応する複数種類の回折光と前記マスター・グレーティングを透過直進する光とを発生させ、

工程(c)では、前記マスター・グレーティングに依存して、複数種類の回折格子が領域分けされた回折格子セルを配設する工程を具備することを特徴とする請求項1記載の回折格子アレイの作製方法。

【請求項3】マスター・グレーティングを構成する回折格子が、赤・青・緑の3種類の波長として観察される空間周波数を有する3種類の回折格子であることを特徴とする請求項2記載の回折格子アレイの作製方法。

【請求項4】マスター・グレーティングとして、垂直方向には回折角度が共通であり、水平方向にのみ回折角度の異なる複数種類の回折格子が領域分けされて配置されたものを用い、

工程(b)では、回折格子の種類に対応する複数種類の回折光と前記マスター・グレーティングを透過直進する光とを発生させ、

工程(c)では、前記マスター・グレーティングに依存して、複数種類の回折格子が領域分けされた回折格子セルを配設する工程を具備することを特徴とする請求項2または請求項3に記載の回折格子アレイの作製方法。

【請求項5】結像系として、マスター・グレーティング側にレンズ1、感光材料側にレンズ2が配置されており、

レンズ1とマスター・グレーティングとの距離をレンズ1の焦点距離とし、

レンズ1とレンズ2との距離を、レンズ1とレンズ2の

焦点距離の和と等しくし、

レンズ2と感光材料との距離を、レンズ2の焦点距離とすることを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の回折格子アレイの作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、基板の表面に微細な回折格子(グレーティング)をセル(ドット)毎にマトリクス状に配置することにより形成される回折格子アレイの作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】基板の表面に、回折格子からなる複数の微少なセル(ドット)を所望に配置することにより、回折格子パターンが形成されたものを得る方法として、以下に挙げる手法が公知である。

【0003】(1) この種のディスプレイを作製する方法に係る提案として、本出願人による特開昭60-156004号公報、特開平2-72319号公報(米国特許5,058,992号)などに開示されている方法がある。この方法は、2光束干渉法(レーザーなどの2本のコヒーレント光を、感光材料上で干渉させて、干渉パターンを記録する方法)による微少な干渉縞(以下、回折格子とする)を、そのピッチ・方向・光強度を適宜変化させて、感光材料上にドット単位で次々と露光するものである。

【0004】(2) 2光束干渉法で用いられる2本のコヒーレント光(可干渉光)を発生させる手段として、特開平6-75107号公報(米国特許5,291,317号)が公知である。この方法は、回折格子(グレーティング)より1対のビームを発生させ、そのビーム対を感光材料上でスポット単位で干渉させる操作を繰り返して、回折格子パターンを形成するものである。すなわち、ビーム・スプリッタ(分岐手段)となる回折格子に対して1本の光線を照射することによって、2本の光線(上下の1次光線)を生じさせる点が主要な特徴である。

【0005】上記(1)および(2)では、単に分岐した2本のビームを干渉させるだけであるため、形成される回折格子セル(ドット)は、単純な直線の格子縞の集まりから構成されるものであり、上記(2)においては、ビーム・スプリッタとして用いられたグレーティングが有する格子縞を、感光材料上の回折格子セル(ドット)で一切再現するものではなく、異なる回折格子(格子縞)が形成されることになる。

【0006】(3) 一方、電子ビーム描画装置を用い、かつコンピュータ制御により、感光材料が載置されたX-Yステージを順次移動させて、基板の表面に、干渉縞を直接描画し、回折格子からなる複数の微少なドットを所望に配置する方法も本出願人によって提案されている。その方法は、特開平2-72320号公報(米国特許

5, 058, 992号)に開示されている。

【0007】(4)さらに、前記ディスプレイの新規な表示手段として、本出願人による特開平4-311916号公報(米国特許5,301,062号)に開示されている方法がある。この方法は、予め基板の表面(ほぼ全面)に配置した複数の回折格子セルからなる回折格子アレイを、所定形状の遮光手段(インキ、液晶などの空間変調素子)によって、照明光の入射側(または回折光の出射側)の回折格子を選択して部分的に遮蔽して、ある特定のパターン表示(立体的な画像表示など)を行なうというものである。(図7参照)

【0008】この方法では、回折格子セルとして、直線の集まりからなる単純な格子縞から構成されるものではなく、所定数式を満たす勾配(および、ピッチ)をもつ曲線の集まりからなる複雑な格子縞から構成されるものが必要であり、回折格子セルの作製にあたっては、電子ビームを用いて干涉縞を直接描画する手順(すなわち、上記(3)の手法)を要するため、大面積の回折格子アレイを作製することは、複雑で大変な時間のかかる作業であり、非常に困難である。

【0009】本発明は、単純な格子縞からなる回折格子セルが所望に配置されてなる回折格子パターンではなく、複雑な格子縞からなる前記セルが基板のほぼ全面に配置され、回折格子の必要部分だけを使用して、任意のパターンを表示するために用いられる、上記(4)の方法で使用されるような「回折格子アレイ」を、比較的容易に作製する手段を提供しようとするものである。

【0010】そこで、マスターとなるグレーティングを準備し、その透過光を利用して、所定の外形・寸法のドットとなるように、感光材料にその回折格子(ドット)を露光結像させる手順を繰り返すことにより、回折格子アレイ(パターン)を作製する方法が、本出願人による特開平7-77000号において提案されている。前記提案においては、作製装置として、半導体製造に用いられるフォトリピータを改良したものが用いられる。

【0011】前記提案の方法を採用すれば、回折格子セルを描画しながら順次配置する方法に比べて、上記アレイの作製は飛躍的に簡便になる。しかし、ある程度マスター・グレーティングが複雑となり、格子縞ピッチが狭くなったりすると、フォトリピータの性能の限界を越えてしまい、感光材料にマスター・グレーティングを忠実に再現することができなくなる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、複雑で狭ピッチの格子縞からなるマスター・グレーティングであっても、感光材料にマスターの回折格子を忠実に再現した回折格子セルを形成し、回折格子アレイを比較的容易に、かつ高精度に作製する手段を提供しようとするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明では、マスター・グレーティングを準備し、それに対して1本の可干渉光を照射することによって生じる回折光のうち、ある1つの回折格子から発する2つの回折光(0次の回折光と1次の回折光)を用いた2光束干涉による回折格子セルを感光材料上に順次配置する手順を採用する。また、マスター・グレーティングとして、複数種類の回折格子が領域分けされて配置されたものを用い、感光材料上に配置される回折格子セルが、マスター・グレーティングに依存して複数種類の回折格子が領域分けされて配置されたものとなるようにする。

【0014】請求項1の本発明は、回折格子からなるセルをマトリクス状に配置して構成される回折格子アレイの作製にあたって、以下の工程を具備することを特徴とする回折格子アレイの作製方法である。

(a)回折格子アレイの構成要素であるセルと同一の回折格子を有する少なくとも1種類のマスター・グレーティングを準備する工程。

(b)感光材料上に配設する回折格子セルに対応するマスター・グレーティングを選択し、前記マスター・グレーティングに可干渉光を入射させ、前記マスター・グレーティングを透過直進する光と、前記マスター・グレーティングにより透過回折する光と、からなる1対の光を発生させる工程。

(c)上記1対の光を、結像系を用いて感光材料上で干渉させ、マスター・グレーティングに依存した回折格子セルを配設する工程。

(d)上記(b)～(c)の操作を繰り返して、感光材料上に回折格子セルをマトリクス状に配置する工程。

【0015】請求項2の発明は、マスター・グレーティングとして、空間周波数の異なる複数種類の回折格子が領域分けされて配置されたものを用い、工程(b)では、回折格子の種類に対応する複数種類の回折光と前記マスター・グレーティングを透過直進する光とを発生させ、工程(c)では、前記マスター・グレーティングに依存して、複数種類の回折格子が領域分けされた回折格子セルを配設する工程を具備することを特徴とする請求項1記載の回折格子アレイの作製方法である。

【0016】請求項3の発明は、マスター・グレーティングを構成する回折格子が、赤・青・緑の3種類の波長として観察される空間周波数を有する3種類の回折格子であることを特徴とする請求項2記載の回折格子アレイの作製方法である。

【0017】請求項4の発明は、マスター・グレーティングとして、垂直方向には回折角度が共通であり、水平方向にのみ回折角度の異なる複数種類の回折格子が領域分けされて配置されたものを用い、工程(b)では、回折格子の種類に対応する複数種類の回折光と前記マスター・グレーティングを透過直進する光とを発生させ、工程(c)では、前記マスター・グレーティングに依存し

て、複数種類の回折格子が領域分けされた回折格子セルを配設する工程を具備することを特徴とする請求項2または請求項3に記載の回折格子アレイの作製方法である。

【0018】請求項5の発明は、結像系として、マスター・グレーティング側にレンズ1、感光材料側にレンズ2が配置されており、レンズ1とマスター・グレーティングとの距離をレンズ1の焦点距離とし、レンズ1とレンズ2との距離を、レンズ1とレンズ2の焦点距離の和と等しくし、レンズ2と感光材料との距離を、レンズ2の焦点距離とすることを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の回折格子アレイの作製方法である。

【0019】

【作用】本発明の方法によると、予め準備してあるマスター・グレーティングに対して可干渉光を照射するだけで、回折格子セルが作製されるので、マスター・グレーティングが複雑な構成であっても、前記セルにはマスターの回折格子が忠実に再現でき、大面積の回折格子アレイを作製する場合でも、回折格子セルを1つ1つ描画しながら順次配置する方法に比べて、作業が飛躍的に簡便になり、作製時間も大幅に短縮される。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明に係る回折格子アレイの作製方法について説明する。

【0021】＜マスター・グレーティングが、1種類の回折格子からなる場合＞図1、図2は、本発明による回折格子アレイの作製方法を概念的に示す光学系の説明図であり、図2は図1をY軸方向から見た説明図である。可干渉性を有する光として、図示しないレーザー光源より発せられたレーザー光がマスター・グレーティングに入射する。マスター・グレーティングに入射した光は透過光と回折光とに分かれる。一般的に回折光は下記式で定義される。

【0022】

$$m\lambda = d(\sin\alpha - \sin\beta) \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 m は回折次数であり、通常は+1、もしくは-1を考える。 $m=0$ は透過光に相当する。 β はマスター・グレーティングからの回折光の回折角度、 α はマスター・グレーティングへの入射光の入射角度、 λ はその波長、 d は回折格子の格子間隔（空間周波数の逆数）である。

【0023】このとき、マスター・グレーティングを構成する回折格子の機能により、各回折次数の強度が決まる。図では、透過光（0次光）と+1次（もしくは-1次）の回折光のみしか存在しない場合を示しているが、他の次数の不要な回折光が生じてしまう場合でも各回折光を空間的に遮光することは容易である。以下、必要な次数の回折光のみを単に「回折光」と呼ぶことにする。

【0024】また、入射するレーザー光をビームではなく拡げられた光とすることにより、ある面積のマスター

・グレーティングが回折格子の存在しない領域を持ち、前記領域には遮光性を持たせた場合でも、レーザー光のマスター・グレーティングへの入射位置などの精度が要求されなくなり、光学系の調整が簡便になる。従って、拡げられたレーザー光をマスター・グレーティングに入射させることにより、所望の回折光を発生させることができる。

【0025】マスター・グレーティングからの透過光と回折光は、結像系により感光材料上で一致し、その干渉縞が記録される。ここで、結像系が同一のレンズ1、レンズ2から成り、図1のように、マスター・グレーティングから感光材料までの距離が4fの系を構成している場合、マスター・グレーティングの回折格子と感光材料上に形成されるセルの回折格子は、全く等しいものとなる。

【0026】また、レンズ1とレンズ2が異なる焦点距離のレンズである場合、各レンズの焦点距離の比に応じて結像倍率が変わり、感光材料上に形成される回折格子セルの大きさなどが結像倍率に比例して変化する。

【0027】形成される回折格子の空間周波数は、マスター・グレーティング上の対応する回折格子の空間周波数と結像系の特性により決定され、結像系を通過後の感光材料への光の入射角に基づいて、下記式から求められる。

【0028】

$$d_2 = \lambda / (\sin\alpha_2 - \sin\beta_2) \dots\dots\dots(2)$$

ここで、 d_2 は形成される回折格子の格子間隔、 α_2 は感光材料面への透過光の入射角度、 β_2 は回折光の入射角度である。この透過光の入射角度と回折光の入射角度は、マスター・グレーティングの回折格子からの角度 α 、 β と、結像倍率などによって決められる。

【0029】以上のようにして、マスター・グレーティング上の回折格子に対応した回折格子セルが感光材料中に1つ形成される。従って、感光材料を塗布した基材をX-Yステージに載置し、感光材料上の位置を変えながら、図示しないシャッターの開閉により、次々に露光を行うことにより、回折格子アレイが作製される。

【0030】＜マスター・グレーティングが、複数種類の回折格子からなる場合＞マスター・グレーティングを構成する回折格子は1種類である必要はなく、複数種類の回折格子が空間的に領域分けされて配置されていても、同様に回折格子アレイが作製できる。この場合には、複数種類の回折格子からなる回折格子セルが1度の露光で形成できるため、回折格子アレイが極めて効率良く短時間で作製可能である。図3、図4は、この場合の回折格子アレイの作製方法を概念的に示す光学系の説明図である。

【0031】図3では、それぞれ空間周波数の異なる3種類のマスター・グレーティング1～3を空間的に（上下に領域分けして）配置し、3種類で1組のマスター・

グレーティングとした例について示している。このとき、1度の露光で感光材料上には、マスター・グレーティング1〜3に対応した3種類の回折格子が空間的に領域分けされた回折格子セルとして形成される。

【0032】例えば、形成した回折格子を観察した時にそれぞれ赤・緑・青の各波長に見えるように、マスター・グレーティング上の3種類の回折格子をそれぞれ対応する空間周波数とし、3つの回折格子セルを1画素に対応するようにすると、このようにして作製された回折格子アレイと、液晶パネルを重ね、フルカラーディスプレイとすることができる。すなわち、これらの裏面より照明光を入射すると共に、液晶パネルの各セルの制御をすることにより、これらの正面にいる観察者に対し、各画素ごとに赤・青・緑の色のバランスを制御でき、任意の色を知覚させることができる。

【0033】図4では、マスター・グレーティングとして、垂直方向（Y方向）には回折角度が共通であり、水平方向（X方向）にのみ回折角度の異なる4種類のマスター・グレーティング回折格子が領域分けされて配置されてなる4種類で1組のマスター・グレーティングを用いる場合について示している。このときも同様に、1度の露光で感光材料上には、マスター・グレーティング1〜4に対応した4種類の回折格子が空間的に領域分けされた回折格子セルとして形成される。

【0034】上記回折格子アレイと液晶パネルを重ね合わせて、立体像ディスプレイとすることができる。すなわち、これらの裏面より照明光を入射すると共に、液晶パネルの各セルの制御をすることにより、回折光（ディスプレイからの出射光）の水平方向の位置を選択することが可能であり、従って各方向からのみ観察できる視差画像を表示することにより、水平方向に視差を持つ立体像を表示することが可能となる。もちろん、マスター・グレーティング上に4種類以上の回折格子を配置しておけば、一層多くの方向を制御できるため、観察者の水平方向の視点移動に伴って自然な視差が生じ、より高品位な立体像を表示可能となる。

【0035】また、マスター・グレーティング上の各回折格子の回折角度の異なる方向を、水平方向に限らず垂直方向にも変えることにより、垂直方向にも光を制御できる回折格子アレイが作製できる。この回折格子アレイを用いれば、例えば垂直方向、水平方向共に視差のある立体像の表示が可能になる。

【0036】図5は、同じマスター・グレーティングを使用しても、結像系の結像倍率の違いにより、形成される回折格子セルの大きさなどが異なることを示している。大きさ以外では、特に形成される回折格子の空間周波数（格子縞のピッチ）に大きく影響する。縮小結像の場合も同様である。

【0037】図6は、マスター・グレーティング上のパターン（回折格子の領域分けの形状）が、結像系の特性

により反転する場合があることを示す説明図である。

【0038】本発明は、以上説明してきた実施の形態に限られるものではなく、以下のようにしてもよい。

（a）結像系として、2枚のレンズを使用する場合について述べたが、これに限らず、どのような光学素子をいくつ用いて結像系を構成しても良い。光学素子としては例えば、ホログラフィック光学素子などの使用が考えられる。

（b）マスター・グレーティングとして、赤・青・緑の3種類の空間周波数の回折格子を用いる場合、および水平方向にのみ回折角度の異なる4種類の回折格子を用いる場合について示したが、これに限らず、どのような組み合わせでもよい。また、これらの応用例は、フルカラーディスプレイや立体像ディスプレイに限られるものではない。

（c）マスター・グレーティングとして整然と空間的に領域分けされたものを示したが、これに限らず、マスター・グレーティング上で空間的に領域分けされていればどのようなパターンを構成してもよい。

（d）説明図では、直線的な格子縞からなる回折格子セルを例示したが、曲線やその他の複雑な格子縞からなる回折格子セルをマスター・グレーティングとする場合も同様に実施でき、その場合の方が本発明において一層有効であることは言うまでもない。

【0039】

【発明の効果】本発明による回折格子アレイの作製方法は、光の干渉を利用して基本的な要素をマスター・グレーティングとし、このマスター・グレーティングの回折格子をマトリクス状に複数配置して作製するものである。従って、次のような効果がある。

（1）複雑な構成の回折格子を基本的な要素（マスター・グレーティング）として使用でき、複雑な構成を一度の露光で形成できる。

（2）空間周波数の高い（＝格子間隔の狭い）回折格子も作製可能である。

（3）結像系の結像倍率を変えることにより、マスター・グレーティングの空間周波数や大きさと異なる空間周波数を有する回折格子が作製可能である。

（4）容易に大面積の回折格子アレイが作製可能である。

【0040】

【図面の簡単な説明】

【図1】回折格子アレイの作製方法を概念的に示す光学系の説明図。

【図2】図1をY軸方向から見た説明図。

【図3】回折格子アレイの作製方法を概念的に示す光学系の説明図。

【図4】回折格子アレイの作製方法を概念的に示す光学系の説明図。

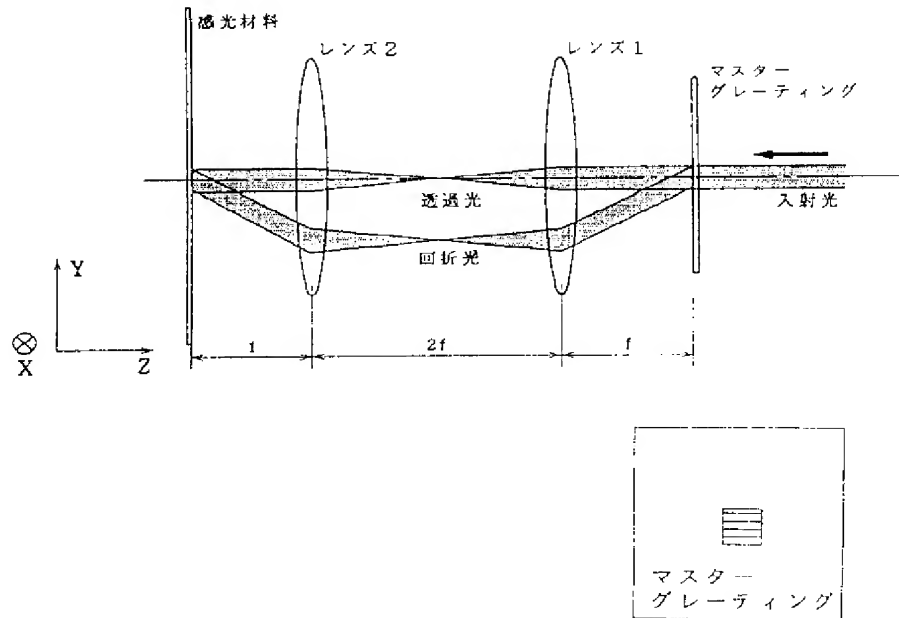
【図5】結像倍率による、回折格子アレイ（セル）の変

化を示す説明図。

【図6】結像系の特性による、回折格子セルの反転を示す説明図。

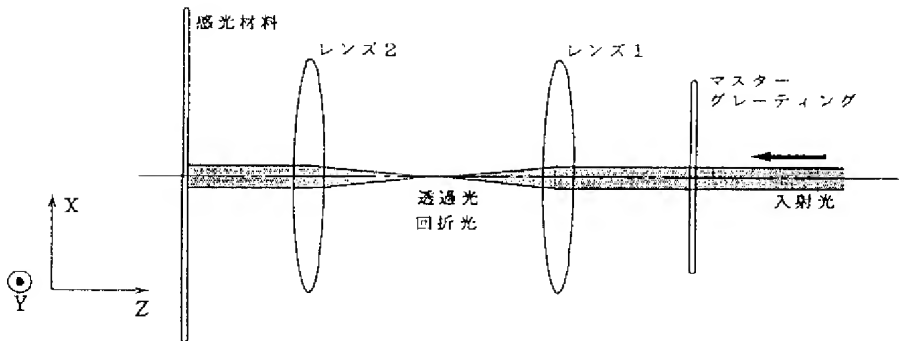
【図7】回折格子アレイを部分的に遮蔽して、特定のパターン表示を行う方法を概念的に示す説明図。

【図1】



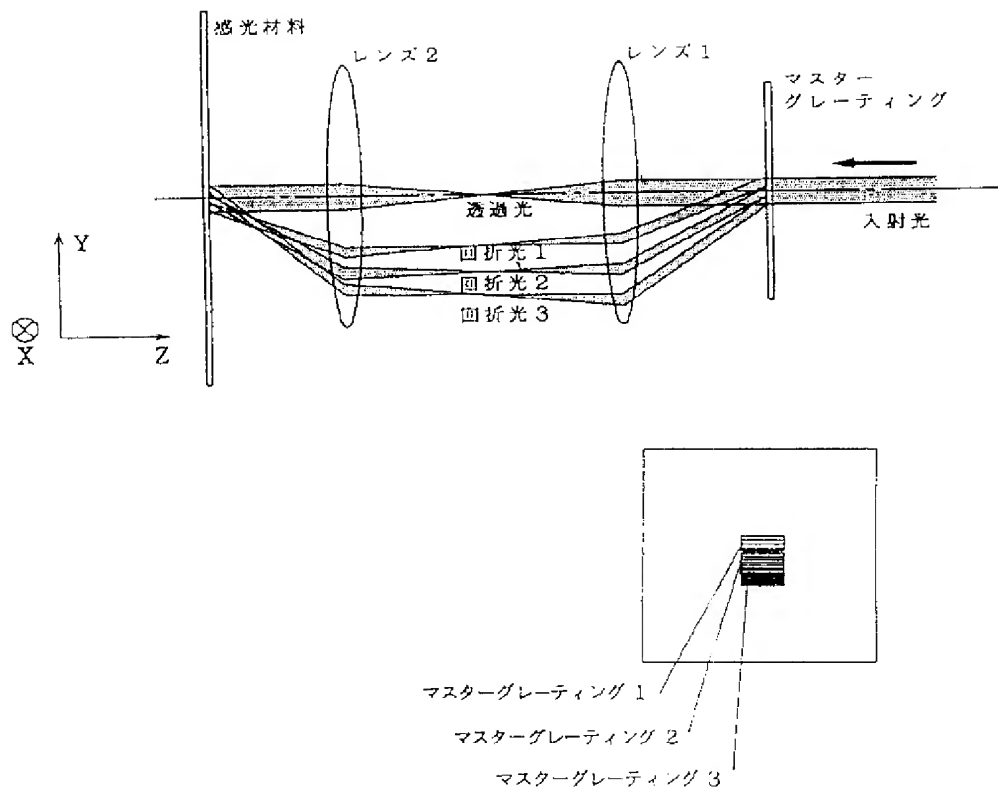
単純なマスターグレーティングによるグレーティング作製（側面図）

【図2】



単純なマスターグレーティングによるグレーティング作製（上面図）

【図3】

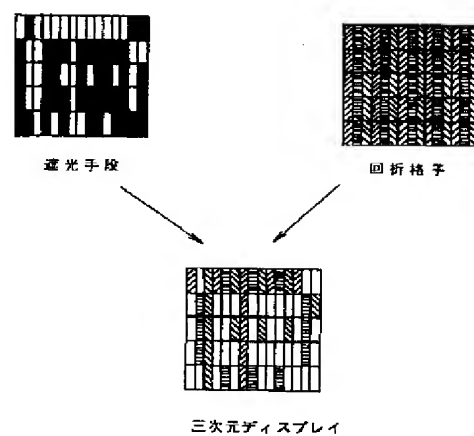


3種の空間周波数の異なるマスターグレーティングによる
グレーティング作製（上面図）

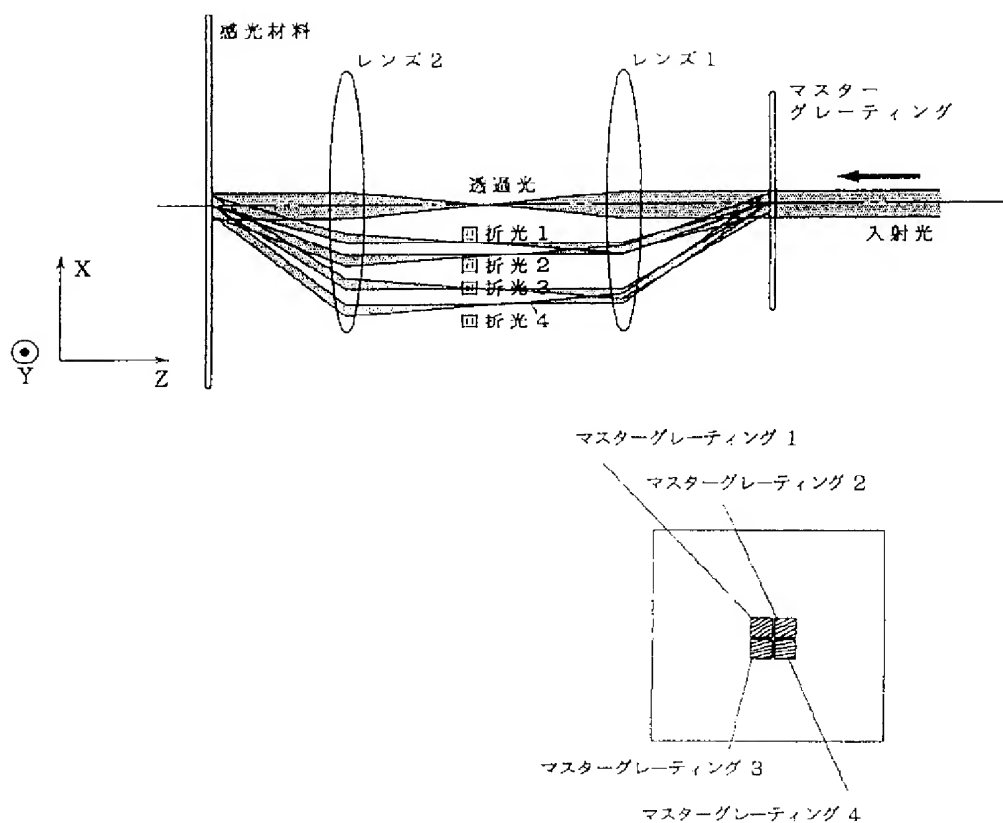
【図6】



【図7】

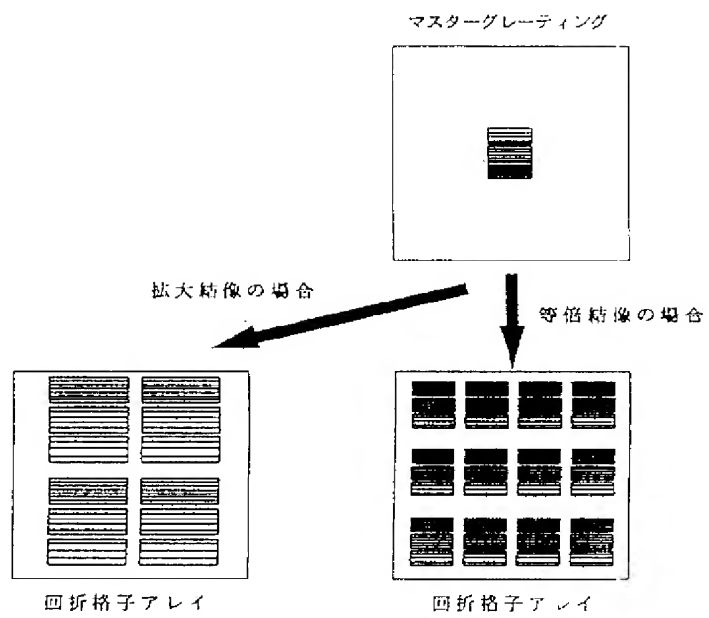


【図4】



4種の互いにX方向の回折角度範囲の異なる
マスターグレーティングによるグレーティング作製（上面図）

【図5】



結像系の倍率の違いによる回折格子アレイの違い

PAT-NO: JP409138632A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09138632 A
TITLE: MANUFACTURE OF DIFFRACTION
GRATING ARRAY
PUBN-DATE: May 27, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TODA, TOSHITAKA	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOPPAN PRINTING CO LTD	N/A

APPL-NO: JP07294137
APPL-DATE: November 13, 1995

INT-CL (IPC): G03H001/30 , G02B005/18 ,
G03H001/20

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to use intricately constituted diffraction gratings as basic elements, to form the intricate constitution with one time of exposure and to manufacture even the diffraction gratings having a high space frequency by forming the basic element as a master grating by utilizing the interference of light and arranging a plurality of the

diffraction gratings of such master grating in a matrix form.

SOLUTION: The master grating is prepd. and is irradiated with one beam of coherent light. The diffraction grating cells formed by the two-beam interference using two beams of diffracted light (diffracted light of zero order and diffracted light of first order) emitted from the certain one diffraction grating among the beams of the diffracted light generated by such irradiation are successively arranged on a photosensitive material. Plural kinds of the diffraction gratings which are arranged dividedly in regions are used as the master grating so that the diffraction grating cells arranged on the photosensitive material are arranged with plural kinds of the diffraction gratings dividedly in the regions depending upon the master grating.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO